



FERTILIZACIÓN NITROGENADA TARDÍA EN CULTIVARES DE TRIGO PAN Y CANDEAL PARA CALIDAD

Desde hace ya algunos años se vienen realizando en la Experimental ensayos de fertilización tardía para calidad en Trigo Candeal. Los resultados revelaron aumento de proteína en grano con la aplicación foliar de una dosis de fertilizante nitrogenado en antesis. La difusión de estos resultados permitió la realización de este tipo de práctica en lotes de producción, aunque en algunos casos se presentaron problemas de quemado de hojas (fitotoxicidad) y en otros, poco aumento de proteína, lo que supone baja rentabilidad de la aplicación y/o un riesgo importante.

Este año apareció en el mercado un producto de absorción foliar, llamado Foliarsol U, cuyas características se detallan en materiales y métodos.

Por lo tanto el objetivo de estas experiencias es la de mejorar la eficiencia de la fertilización foliar y por lo tanto mejorar la penetración y/o utilización del N aplicado bajo esta forma por parte de la planta, evitando o disminuyendo posibles efectos de quemado de hojas por fitotoxicidad del fertilizante. La importancia de lo dicho, significaría para el productor una mejora en el aumento de la proteína en grano con la aplicación de una dosis de N de bajo costo y en consecuencia, hacer más rentable este tipo de aplicaciones. Luego de la cosecha, se evaluó el impacto de la fertilización sobre la calidad comercial (PH, proteína, vitreosidad, peso de mil granos) e industrial (% de gluten y Alveograma).

En experiencias realizadas en campos de 6 productores del area de la CEI Barrow durante la campaña 2000/01 se estimó un ingreso adicional de 18.55; 22.26; 25.97 y 29.68 \$/ha, para rendimientos de 2.5; 3.0; 3.5 y 4 tn/ha por la aplicación de fertilización nitrogenada líquida en antesis, comparado con los lotes sin esta tecnología. Las bonificaciones sobre el precio de trigo de referencia de 125 \$/tn fueron de 15.64 y 21.68% para las situaciones sin y con fertilización nitrogenada en antesis.

Palabras claves: Trigo pan, trigo candeal, Fertilización líquida, fertilización antesis, Gluten, proteína, vitreosidad, calidad industrial

MATERIALES Y METODOS

Se realizó un diseño completamente aleatorizado, con 4 repeticiones, siendo el tamaño de las unidades experimentales de 2 m de ancho por 5,6 m de largo (11,2 m²). Los tratamientos se describen a continuación:

1. TESTIGO
2. 30 Kg N FOLIARSOL U AL 15 % (Caldo con pH 8,9)
3. 30 Kg N FOLIARSOL U AL 15 % + 30 cc/100 litros de RINO (ANDO) (COADYUVANTE - TENSIOACTIVO) (caldo con pH 8,8).

*Ings Agrs. M. Zamora; R. Bergh; A. Báez; M. L. Seghezzeo y E. Molfese –
FERTILIZACIÓN NITROGENADA TARDÍA EN CULTIVARES DE TRIGO PAN Y CANDEAL
PARA CALIDAD*

1

4. 30 Kg N FOLIARSOL U AL 15 % + 110 cc/100 litros de Optimex (DISMINUYE pH) (Caldo con pH 6,1).
5. 30 Kg N FOLIARSOL U AL 15 % + 30 cc/100 litros de RINO + 110 cc/100 litros de Optimex (DISMINUYE pH) (Caldo con pH 6,1).

El ensayo se repitió en 4 variedades (2 de trigo pan y 2 de trigo candeal). Buck Brasil y Buck Chambergo de Pan y PB Facón y Buck Topacio de Candeal.

El caudal de aplicación fue de 200 litros/ha, aplicado con mochila equipada con manómetro, utilizándose una presión de 40 lb/pulg² y pastillas abanico plano 11001.

La aplicación se realizó el 29/11/2001 (estado de 50% antesis a fin de antesis) con condiciones de viento y temperatura adecuado (día nublado, con baja intensidad de viento y temperatura fresca).

Se realizó una experiencia utilizando la base del tratamiento 4, pero bajando el pH del caldo de aplicación hasta pH 2,8 no observándose ningún problema hasta pasadas 2 horas de la aplicación (en ninguno de los tratamientos se observó problemas de quemado).

La aplicación de RINO (coadyuvante, tensioactivo, humectante y adherente) resultó en una dosis de 3 cm³/10 l de caldo.

La aplicación de OPTIMEX (regulador de pH y secuestrante de cationes) resultó de la siguiente manera:

5 cm³ (0,055 %) en 9 litros de foliarsol diluido baja el pH de 8,9 a 7,2.

10 cm³ (0,11 %) en 9 litros baja de 8,9 a 6,0.

50 cm³ (0,50 %) en 10 litros de foliarsol diluido baja de 8,9 a 2,8.

Este pH se mantiene constante luego de 1 hora de la dilución debido a la propiedad buffer que posee el producto.

Características generales del Foliar Sol U:

- Líquido en solución.
- Se diluye con agua para ser aplicado.
- Fertilizante nitrogenado con menor contenido de Biuret.
- 20% de N bajo la forma amídica.
- 20 kg de N = 100 kg de Foliar Sol U = 90 lts Foliarsol U (densidad: 1,1 g/cm³)
- Disponibilidad inmediata de N por vía foliar.
- Cristalización a 5°C bajo cero.

Análisis de rendimientos, algunos componentes del mismo y calidad de los

Granos: Los análisis se realizaron sobre la muestra limpia, en el Laboratorio de Calidad de Granos de la CEI Barrow. Las determinaciones en trigo candeal y pan fueron: Rendimiento en grano (kg/ha); Peso hectolítrico (PH en kg/hl); N° de granos/m²; peso de mil granos (g) y porcentaje de proteínas para cada tratamiento. En las dos variedades de trigo pan, y en los tratamientos 1; 2 y 4 se estimó, además, porcentaje de gluten y alveograma (Alveógrafo de Chopin). Se incluye, además, porcentaje de Vitreosidad de los cultivares de trigo candeal.

- **Peso Hectolitrico (P.H):** Es el peso de un volumen de 100 litros de trigo tal cual. Se usa la balanza Shopper. El resultado se expresa en kg/hl. Puede influenciar negativamente la tasa de extracción de la sémola. Un PH muy bajo lleva a una relación desfavorable entre sémolas y salvado. Bajo PH se da por granos dañados, panza blanca, lavados, quebrados y chuzos, materias extrañas y alto contenido de humedad.
- **Proteína:** Es el contenido proteico del grano expresado como nitrógeno total por 5,7 en porciento sobre base 13,5% de humedad. Se utiliza el método NIRS. Aparato Infralyzer (Technicon, USA), se expresa en porcentaje. En el caso de Trigo Candeal, para valores superiores a 11% o inferiores a 10% se bonifica o rebaja 2% por cada % o fracción proporcional; para valores entre 10 y 11%, existe una banda neutra, por lo tanto no corresponde bonificación ni rebaja. Para el caso de trigo pan se bonifica o rebaja a partir de 11% de proteína. El aspecto vítreo y la textura dura están fuertemente asociados con el contenido de proteína y se correlacionan con altos rendimientos de sémola; mientras que los granos chuzos que pueden tener alta proteína producen bajo rendimiento de sémola.
- **Vitreosidad:** Se utiliza el método del Diafanoscopio. Esta determinación se realiza solo en muestras de trigo candeal. Se expresan en porcentajes los granos vítreos y no vítreos (moteados, panza blanca, manchados, enfermos). Los granos lavados se clasifican aparte. Es el porcentaje en peso de los granos vítreos presentes, entendiéndose como tales a los granos totalmente translúcidos que no presentan puntos, áreas o manchas opacas debido a endosperma almidonoso o fenómeno de opacidad por causa del lavado. La industria prefiere trigos con baja cantidad de granos no vítreos, porque la vitreosidad está correlacionada con el contenido de proteína, la calidad de cocción y el color de la pasta. Los trigos almidonosos tienden a ser de proteína más baja que los trigos vítreos, haciendo al fideo seco más débil y de pobre calidad de cocción. Las pecas blancas en la sémola, provenientes de trigo panza blanca, pueden impartir manchas blancas al fideo. Los granos que no son vítreos son más blandos, se muelen más fácil y tienden a producir harinas finas disminuyendo la producción de sémolas.
- **Alveograma:** Se utiliza el alveógrafo de Chopin. El ensayo simula gráficamente el comportamiento de la masa en la fermentación . Mide la resistencia a la deformación y la extensibilidad insuflando aire sobre una lámina de masa que se hincha hasta su rotura , dando curvas llamadas alveogramas donde la superficie bajo la misma indica la fuerza panadera (W) , la altura mide la tenacidad (P) y el largo de la curva la extensibilidad (L). La relación P/L expresa el equilibrio de la masa. Las figuras alveográficas están influenciadas por el cultivar, las condiciones de desarrollo del cultivo y el contenido final de proteína en el grano. El estándar establece bonificaciones y rebajas según una escala cuyo punto de inflexión es 50%.

Resultados en trigo pan

- **Siembra:** 4 de setiembre (Giorgi G 5000, 17,5 cm entre hileras).- Siembras tardías por falta de piso por muchas lluvias.

- **Antecesor:** Maíz
 - **Labores:** 3 rastra de disco, 2 Cultivador de campo
 - **Fertilización:** 100 kg/ha de urea presiembra; 80 kg/ha de FDA en el momento de siembra y 100 k/ha de urea en macollaje. En trigo candeal se realizó fertilización nitrogenada líquida (30 kg de N/ha) en el momento de antesis.
 - **Cultivares de trigo pan:** Buck Chambergó y B. Brasil.
 - **Cultivares de trigo candeal:** Bonaerense INTA Facón; Buck Topacio; Buck Esmeralda y Buck Ambar.
 - **Riego:** 30 mm el 30/11/01
- En los cuadros 1 y 2 se detallan los resultados de la fertilización tardía en Buck Chambergó y B. Brasil, en parámetros como Rendimiento (kg/ha), N° de granos por metro cuadrado, porcentaje de proteína, peso de mil granos (g), proteína total (kg/ha) y el peso hectolítrico (PH en kg/hl). En las dos variedades evaluadas se registraron diferencias altamente significativas en % de proteína entre el tratamiento testigo y los tratamientos fertilizados.

Cuadro 1: Buck Chambergó

TRAT	RTO		N° granos		Proteína		P1000	Proteína Total		PH
	kg/ha	Rel T	m²	Rel T	%	Rel T		kg/ha	Rel T	
1	4014	100	10740	100	10,43 b	100	37,45	419	100	77,3
2	4014	100	10928	102	11,70 a	112	36,83	470	112	75,9
3	3810	95	10567	98	11,53 a	111	36,08	439	105	76,6
4	3815	95	10378	97	11,80 a	113	36,78	451	108	76,1
5	3870	96	10557	98	11,48 a	110	36,55	443	106	75,0
Prob.	ns		Ns		0,0019 **		ns	ns		
CV (%)	15,08		14,75		3,46		4,77	16,27		
LSD					0,591					

Cuadro 2: Buck Brasil

TRAT	RTO		N° granos		Proteína		P1000	Proteína Total		PH
	kg/ha	Rel T	m²	Rel T	%	Rel T		kg/ha	Rel T	
1	3454	100	10807	100	10,48 b	100	32,08	362	100	79,0
2	4269	124	13729	127	11,73 a	112	31,13	501	138	77,9
3	3657	106	10967	101	11,83 a	113	33,40	433	119	79,7
4	3815	110	11993	111	11,53 a	110	31,83	440	121	77,7
5	3688	107	11879	110	11,58 a	111	31,30	428	118	78,7
Prob.	ns		Ns		0,0001 **		ns	ns		
CV (%)	12,35		14,69		2,59		4,17	13,84		
LSD					0,447					

Resultados en trigo candeal

- En los cuadros 3 y 4 se detallan para trigo candeal, los resultados de los mismos parámetros presentados en trigo pan. En ambas variedades se registraron diferencias significativas entre los tratamientos con y sin fertilización nitrogenada tardía. En la variedad Buck Topacio se destacan los tratamientos 2 (Foliarsol U, pH del caldo 8,9) y 4 (Foliarsol U, pH del caldo 6,1). Los valores más bajos de proteína, dentro de las parcelas fertilizadas, correspondieron a los tratamientos 3 (Foliarsol + coadyuvante, pH 8,8) y 5 (Foliarsol + coadyuvante, pH 6,1).

Cuadro 3: Buck Topacio

TRAT	RTO		Nº granos		Proteína		P1000	Proteína Total		PH
	kg/ha	Rel T	m²	Rel T	%	Rel T		kg/ha	Rel T	
1	3498	100	9809	100	11,55 c	100	35,80 bc	405	100	71,7
2	3078	88	8955	91	13,18 a	114	34,18 c	404	100	66,0
3	3399	97	9101	93	12,85 ab	111	37,35 ab	438	108	71,4
4	3695	106	9875	101	13,05 a	113	37,23 abc	481	119	72,8
5	3639	104	9297	95	12,38 b	107	39,2 a	451	111	73,9
Prob.	ns		Ns		0,0002 **		0,04 *	ns		
CV (%)	14,64		12,84		3,16		5,64	15,03		
LSD					0,601		3,122			

Cuadro 4: Bonaerense INTA Facón

TRAT	RTO		Nº granos		Proteína		P1000	Proteína Total		PH
	kg/ha	Rel T	m²	Rel T	%	Rel T		kg/ha	Rel T	
1	4258	100	10554	100	11,13 b	100	40,25	473	100	74,1
2	3924	92	9926	94	12,25 a	110	39,53	481	102	75,0
3	4146	97	10494	99	12,55 a	113	39,45	519	110	75,5
4	4320	101	11046	105	12,95 a	116	38,93	558	118	73,2
5	3594	84	9312	88	12,40 a	111	38,45	442	94	73,0
Prob.	ns		Ns		0,0009 **		ns	0,0781 ns		
CV (%)	16,98		12,99		3,85		3,23	6,95		
LSD					0,712					

Porcentaje de vitreosidad: Se registró una mejora importante de este parámetro en los tratamientos fertilizados con respecto al testigo (Tratam.1) (Se bonifica 0,5% a partir de 51 a 55% hasta un máximo de 8.0% para vitreosidad mayor al 96%)

Tratamiento	Buck Topacio % Vitreosidad	Bonaer. INTA Facón % de Vitreosidad
1	85	75
2	92	90
3	93	90
4	98	91
5	91	87

Valores promedios de trigo pan

- Los resultados promedio de trigo pan (cuadro 5), acusaron diferencias altamente significativas en los valores de proteína, entre el testigo y las parcelas fertilizadas con Foliarsol.

Cuadro 5: Valores Promedios para las variedades de trigo pan.

TRAT	RTO		Nº granos		Proteína		P1000	Proteína Total		PH
	kg/ha	Rel T	m²	Rel T	%	Rel T		kg/ha	Rel T	
1	3734	100	10774	100	10,45 b	100	34,76	391	100	78,2
2	4141	111	12329	114	11,71 a	112	33,98	486	124	76,9
3	3733	100	10767	100	11,68 a	112	34,74	436	112	78,2
4	3815	102	11186	104	11,67 a	112	34,30	445	114	76,9
5	3779	101	11218	104	11,53 a	110	33,93	436	112	76,9
Prob.	ns		Ns		0,00001 **		ns	ns		
CV (%)	10,77		12,55		2,24		3,67	12,27		
LSD					0,384					

Alveograma y porcentaje de gluten

En las muestras conjunto de las 4 repeticiones correspondientes a los testigos y los tratamientos 2 (Foliarsol U solo) y 4 (Foliarsol U + regulador de pH) se determinó gluten y alveograma (Cuadro 3). Los resultados obtenidos muestran que los tratamientos 2 y 4 aumentan el contenido de gluten a la vez que la extensibilidad de las masas (disminuye la relación P/L). Los mayores valores de W se obtienen con los tratamientos fertilizados, destacándose el tratamiento 2 en ambas variedades.

MUESTRA	% GLUTEN HUMEDO (harina)	ALVEOGRAMA	
		W	P/L
B.BRASIL, Tratam. 1	21.8	227	1.58
B.BRASIL, Tratam. 2	25.9	287	1.29
B.BRASIL, Tratam. 4	26.8	244	1.22
B. CHAMBERGO, Tratam. 1	25.4	206	0.69
B. CHAMBERGO, Tratam. 2	29.2	256	0.50
B. CHAMBERGO, Tratam. 4	26.8	244	0.57

Valores promedios de trigo candeal

Cuadro 6: Promedio de variedades de trigo candeal.

TRAT	RTO		Nº granos		Proteína		P1000	Proteína Total		PH
	kg/ha	Rel T	m ²	Rel T	%	Rel T		kg/ha	Rel T	
1	3878	100	10182	100	11,34 c	100	40,25	439	100	72,9
2	3501	90	9441	93	12,71 ab	112	39,53	443	101	70,5
3	3772	97	9798	96	12,70 ab	112	39,45	478	109	73,5
4	4007	103	10461	103	13,00 a	115	38,93	520	118	73,0
5	3616	93	9305	91	12,39 b	109	38,45	447	102	73,5
Prob.	ns		Ns		0,0001 **		ns	ns		
CV (%)	11,86		9,35		2,97		4,78	11,24		
LSD					0,556					

- Analizando los valores promedios de trigo candeal (cuadro 6), el valor más alto de proteína correspondió al tratamiento 4 (13% de proteína), es decir con Fertilizante nitrogenado y pH del caldo más bajo (pH 6,1) aunque no hay diferencias significativas con los tratamientos 2 y 3 .

CONSIDERACIONES GENERALES

- En las 4 variedades evaluadas (2 de trigo candeal y 2 de trigo pan) se registraron diferencias significativas entre las parcelas fertilizadas y la parcela testigo (11.5 y 12% más de proteína para las variedades de trigo candeal y pan respectivamente). Se observan, además mejoras importantes en el porcentaje de vitreosidad en las parcelas fertilizadas.
- Los resultados muestran buena eficiencia de la aplicación de este fertilizante líquido sin el uso de coadyuvante y bajando el pH del caldo de aplicación.
- Los resultados de calidad industrial en trigo pan obtenidos muestran que los tratamientos 2 y 4 aumentan el contenido de gluten a la vez que la extensibilidad de las masas (disminuye la relación P/L). Los mayores valores de W se obtienen con el tratamiento 2.

BIBLIOGRAFIA

- BERGH, R; M. ZAMORA; M L SEGHEZZO Y E. MOLFESE. 2001. Nutrición nitrogenada y proteína de trigo candeal. Actas V Congreso Nacional de Trigo y III Simposio nacional de cereales de siembra otoño-invernal. Villa Carlos paz. 25 al 28 de setiembre de 2001.
- BERGH, R; A. BAEZ; A. QUATTROCCHIO Y M. ZAMORA. 1999. Diagnóstico de la fertilización nitrogenada para calidad en trigo candeal. En: Seminario "Diagnostico de deficiencias de nitrógeno, fósforo y azufre en cultivos de la Región Pampeana". INTA-IPG-SAGPyA. EEA INTA Balcerce. 1 y 2 de julio de 1999: 21-30.



- BERGH, R; A. BAEZ; M. ZAMORA Y A. QUATTROCCHIO. 1998. Fertilización nitrogenada de trigo candeal en el centro sud bonaerense: aplicaciones tardías. Actas IV Congreso y II Simposio nacional de cereales de siembra otoño-invernal. Mar del Plata. 11 al 13 de noviembre de 1998.
- SEGHEZZO, M. L. y E. R. MOLFESE. 1999. Trigo Candeal: criterios para la evaluación de la calidad. Tres Arroyos. Chacra Experimental Integrada Barrow (Convenio MAGyAL-INTA). Publicación Miscelánea Nº 2. Abril de 1999. 23 pp.
- SEGHEZZO, M. L. y E. R. MOLFESE. 2001. Calidad Comercial e industrial de Trigo Candeal. **En: Trigo Candeal, Manual Técnico.** Chacra Experimental Integrada Barro (Convenio MAGyAL-INTA): 83-88.